

Formation Bâtiment Durable : **ENERGIE**

Bruxelles Environnement

La Cogénération dans le bâtiment durable

Yves LEBBE

Spécialiste Cogénération

Service du Facilitateur Bâtiment Durable



BRUXELLES ENVIRONNEMENT

IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



CENERGIE

DE INTERNALE AANPAK VOOR ENERGIE



Photo-Arme Matérial Passion s.a.s.l.



Objectif(s) de la présentation

- Comprendre la cogénération pour les bâtiments
 - ▶ Les avantages et limites
 - ▶ Les éléments pour bien dimensionner sa cogénération
 - ▶ Quelques points d'attention



Plan de l'exposé

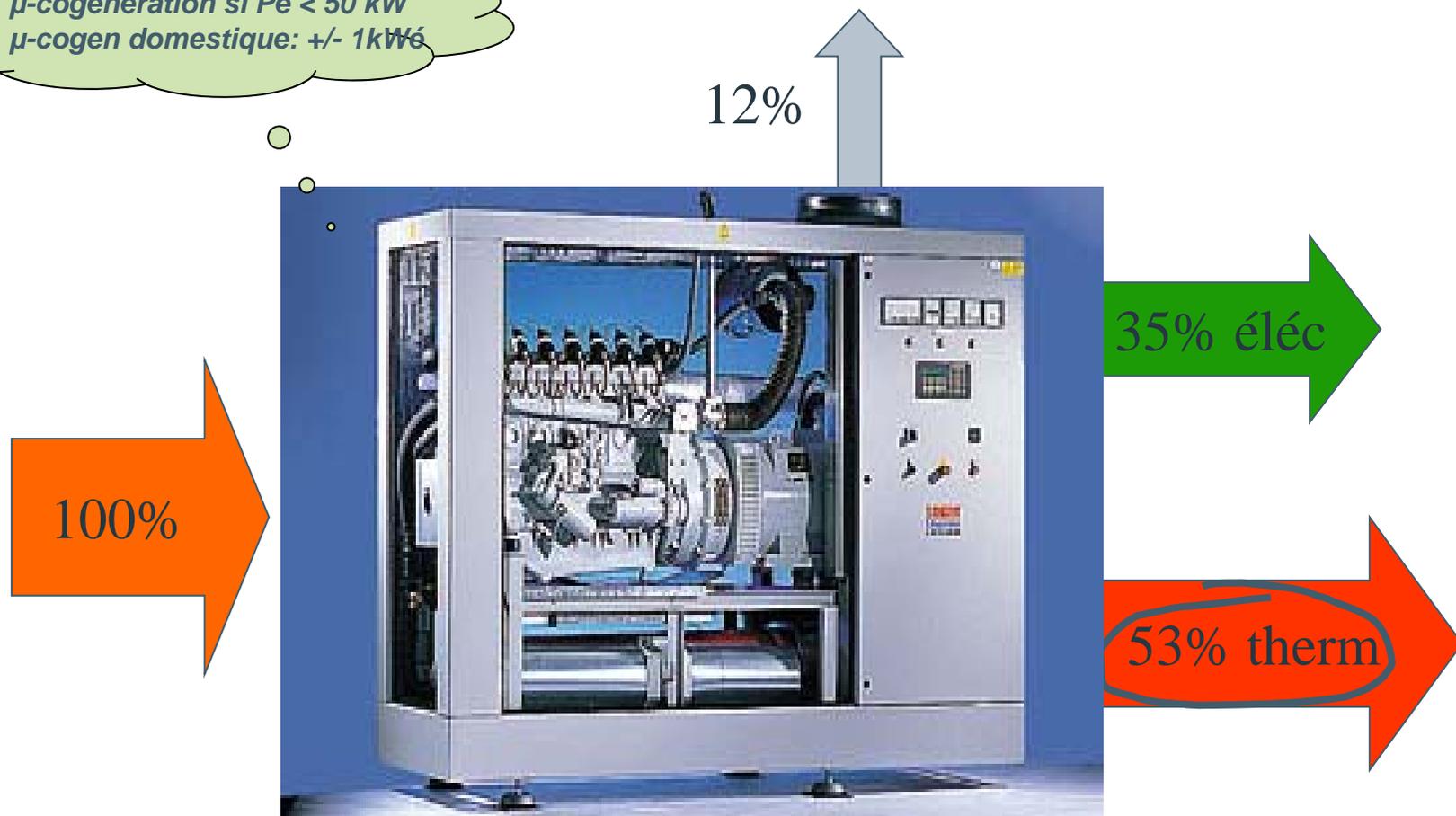
- C'est quoi la cogénération, le principe de fonctionnement ?
- Comment fait-on de la cogénération ?
- Pourquoi installer une cogénération ?
- Les technologies les plus courantes
- Les limites de la cogénération
- Quelques critères à prendre en considération?
- Les étapes d'un projet de cogénération
- Réaliser une première étude de pertinence
- Aides et primes
- Mécanisme des CV pour la cogénération



● Principe de la cogénération:

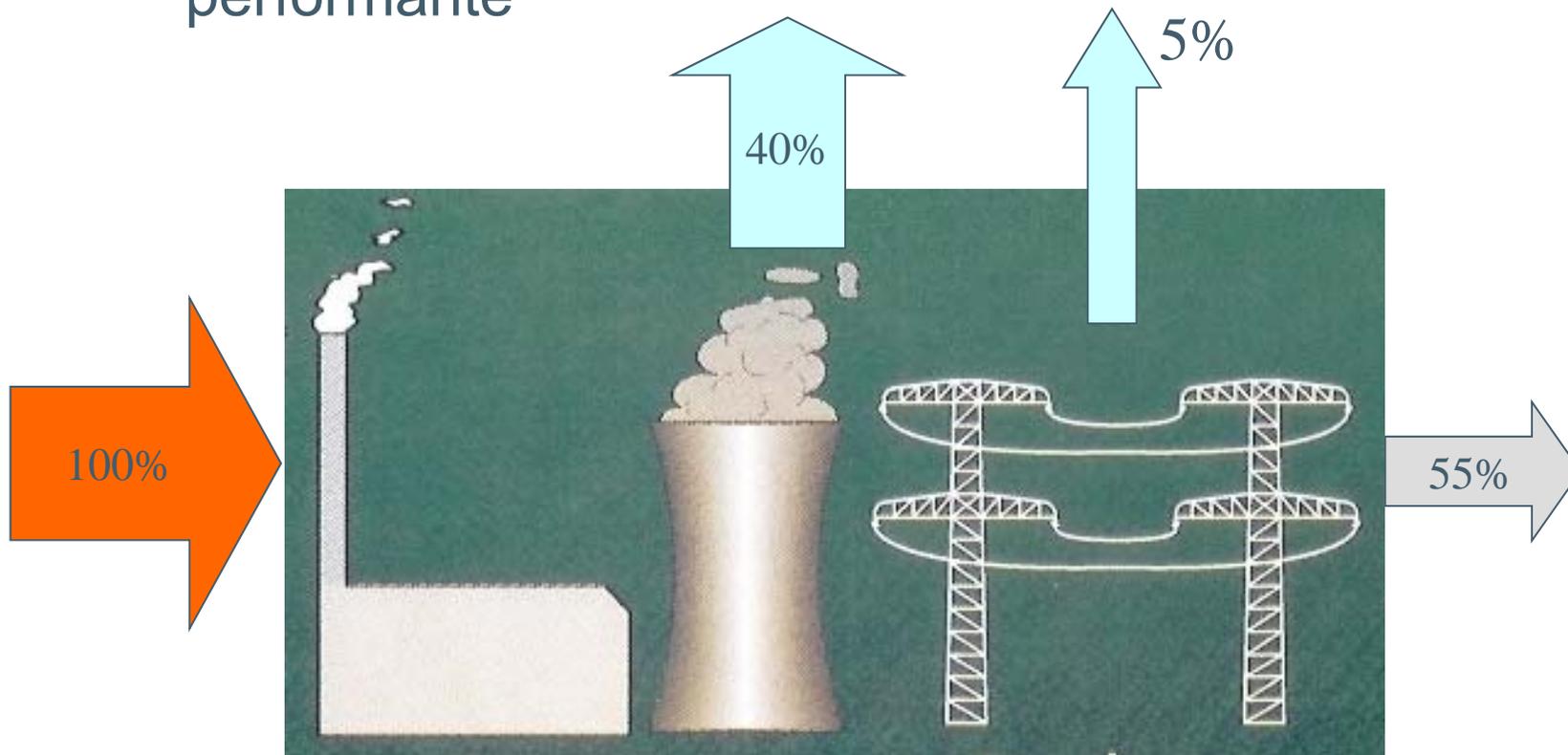
la production combinée de deux formes d'énergie (électricité et chaleur « valorisées ») à partir d'un même combustible.

*μ-cogénération si $P_e < 50 \text{ kW}$
μ-cogen domestique: +/- 1kWé*



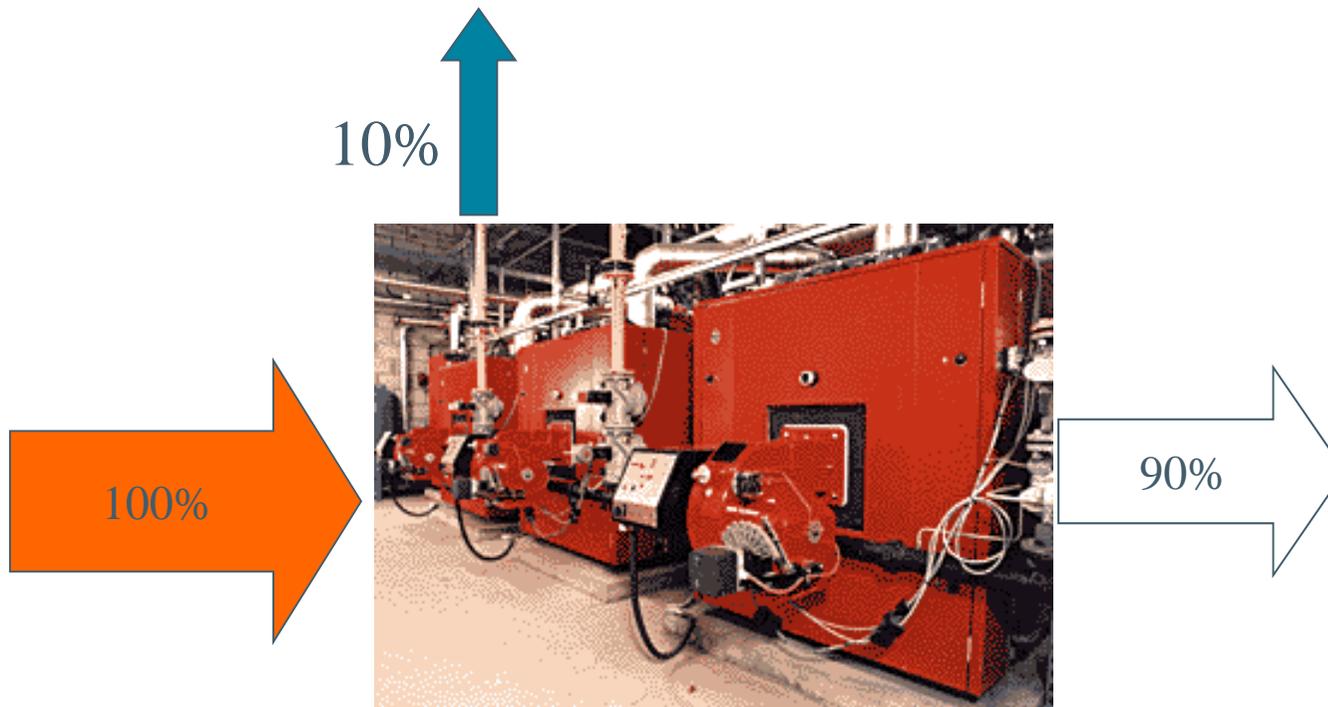
Principe de la cogénération

⇒ Production électrique classique: Installation très performante



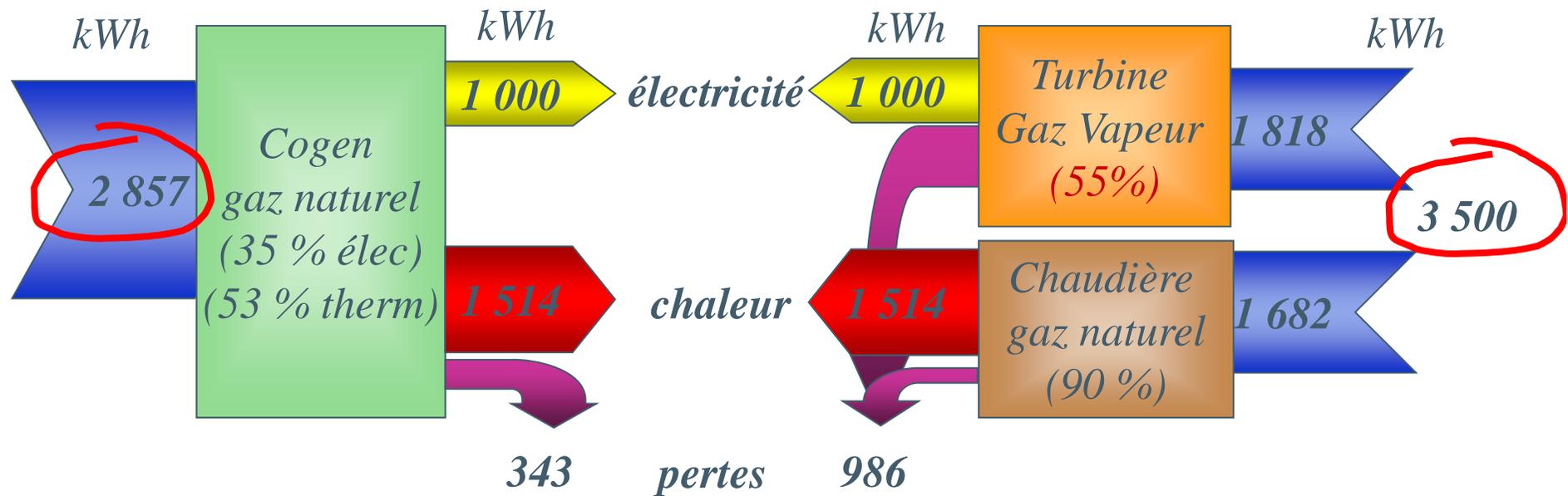
Principe de la cogénération

⇒ Production de chaleur classique : rendement saisonnier de 90%



Pourquoi installer une unité de cogénération?

⇒ Pour réaliser des économies **d'énergie primaire**

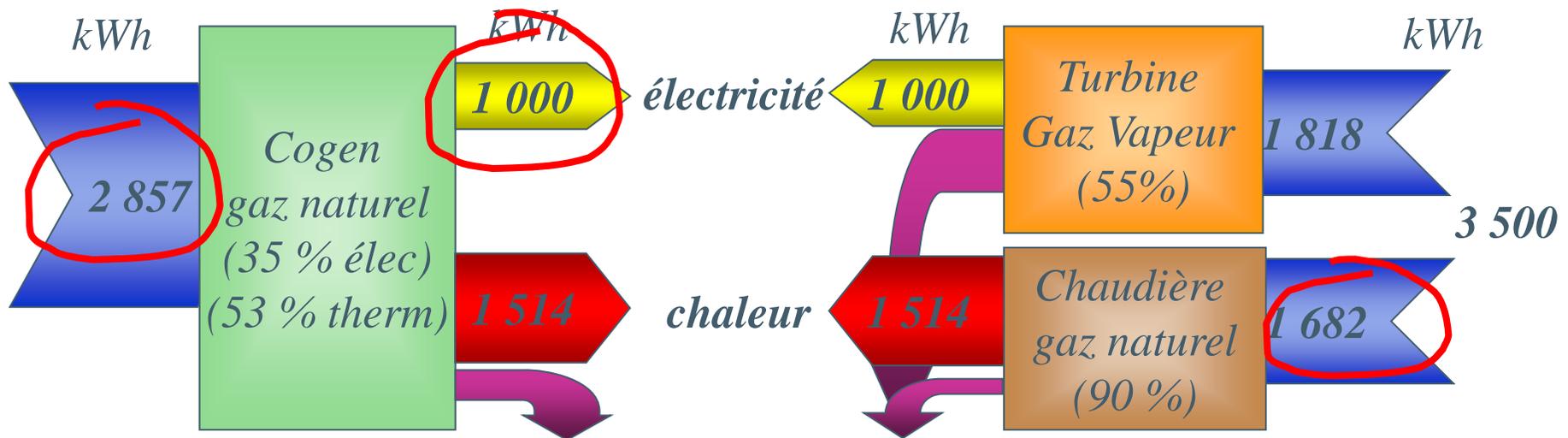


Une économie de 643 kWh de gaz naturel (18 %) !



Pourquoi installer une unité de cogénération?

⇒ Pour réaliser des économies d'énergie primaire, **et financières**



1 175 kWh de gaz ⇒ 1 000 kWh d'électricité

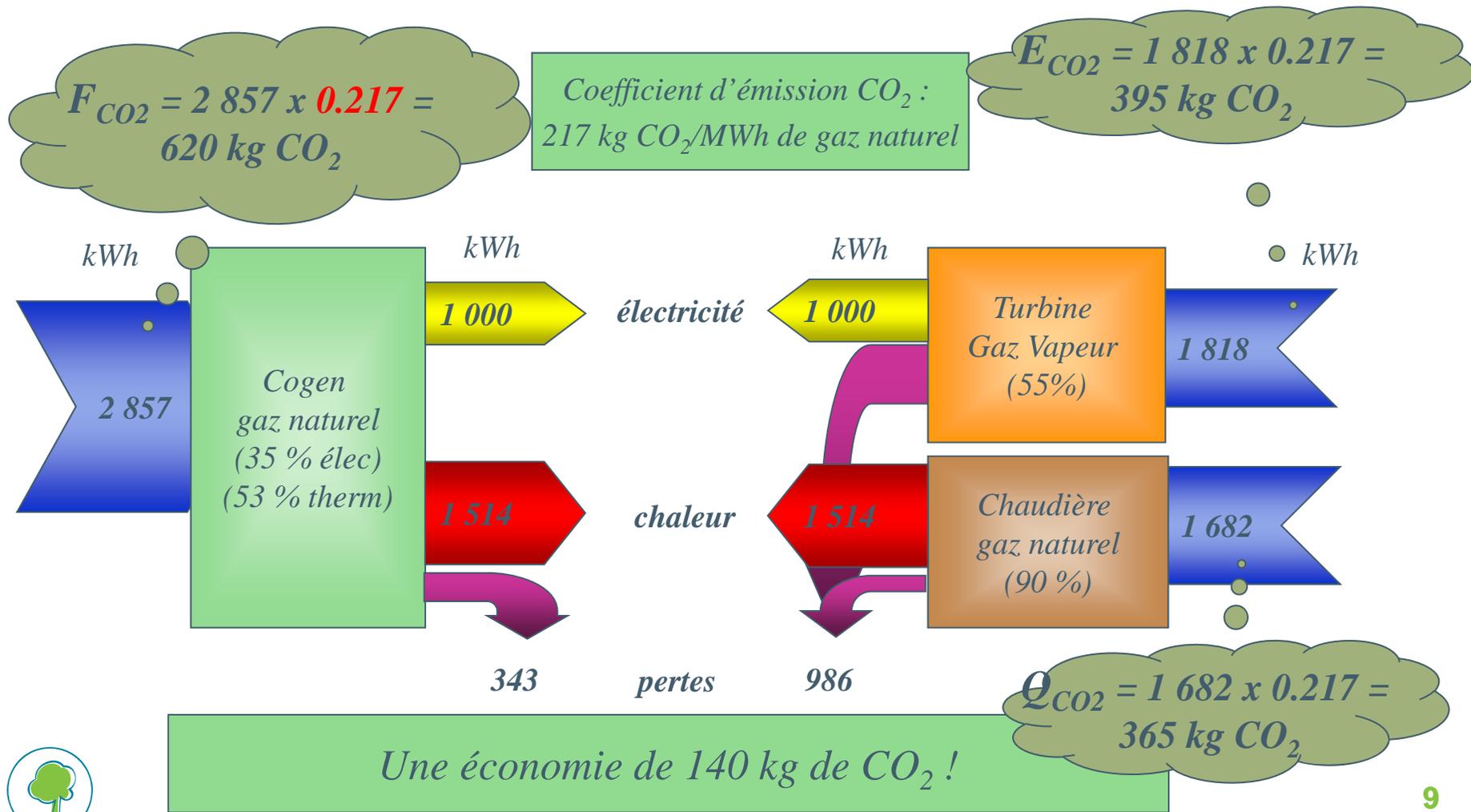
4 c€/kWhgaz << 8 à 15 c€/kWhé



Pourquoi installer une unité de cogénération?

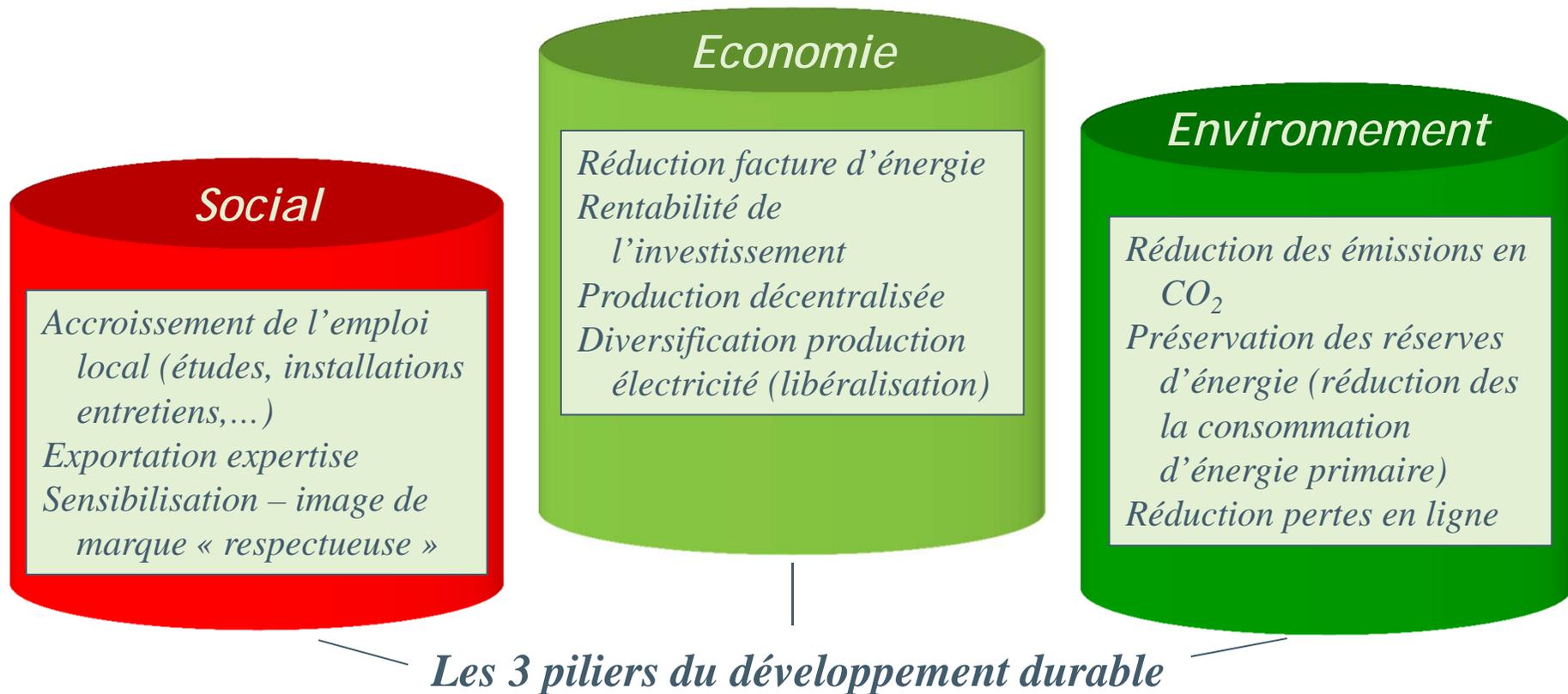
⇒ Pour réaliser des économies d'énergie primaire, financières et de CO₂

Le cas d'une cogénération au gaz naturel



Pourquoi installer une unité de cogénération?

⇒ Pour ses nombreux avantages !



Survol des technologies disponibles

⇒ **Récupération de la chaleur** sur des technologies existantes de **production d'électricité**

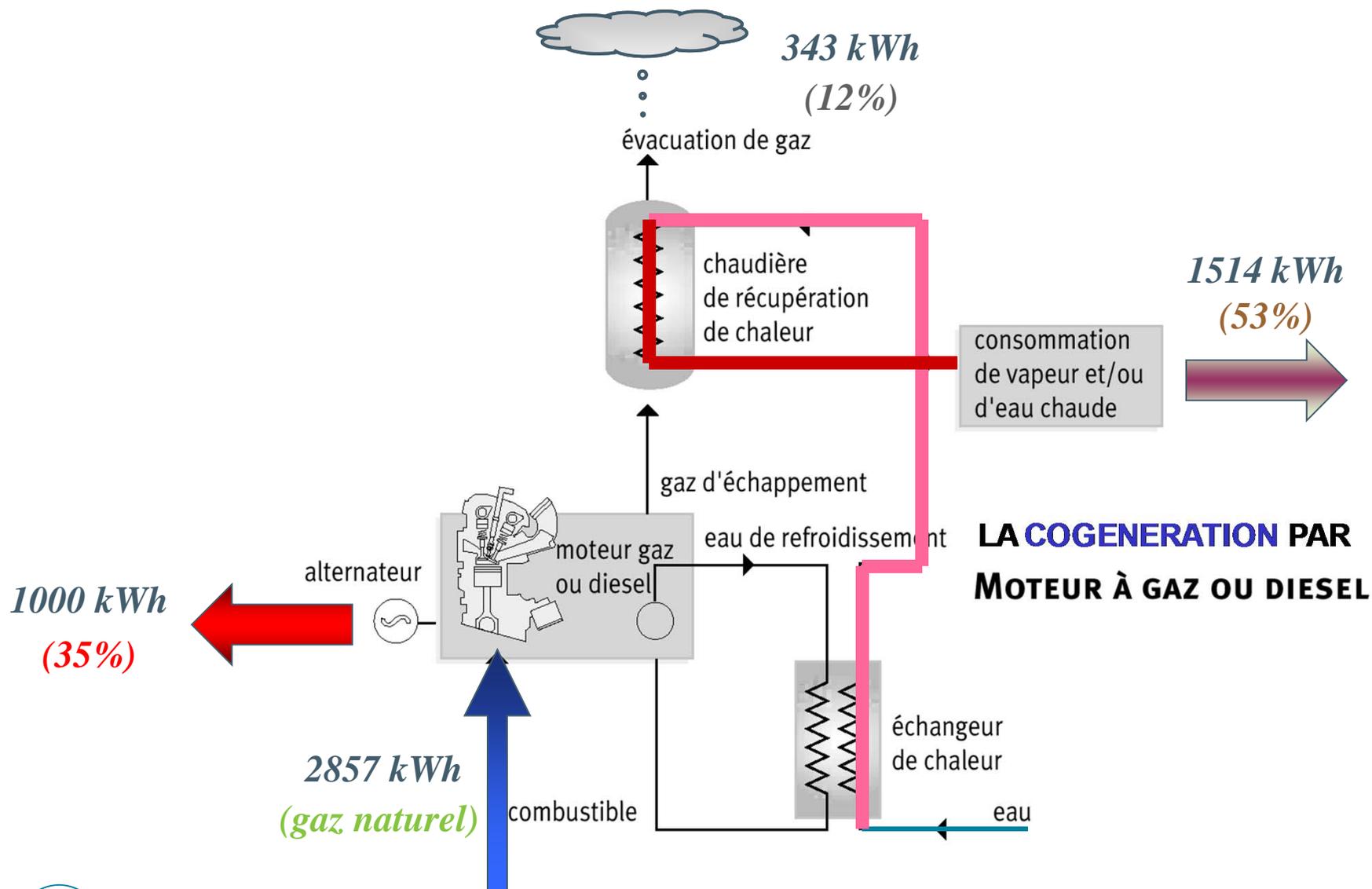
- ▶ **Groupes électrogènes (moteur à combustion interne)**
- ▶ Turbines à gaz/biogaz/mazout
- ▶ (Turbines à vapeur – moteur vapeur)
- ▶ **Moteur Stirling (moteur à combustion externe)**

Type de combustible :

- ▶ Combustibles fossiles : gaz, mazout, propane, charbon, ...
- ▶ Combustibles renouvelables : bois, biogaz, biodiesel, huiles,...



■ Le moteur à combustion interne



■ Exemple cogénération avec moteur à combustion interne



■ D'autres exemples ...



www.senertec.de :

$5 \text{ à } 5.5 \text{ kW}_e$

$10.3 \text{ à } 12.5 \text{ kW}_{th}$

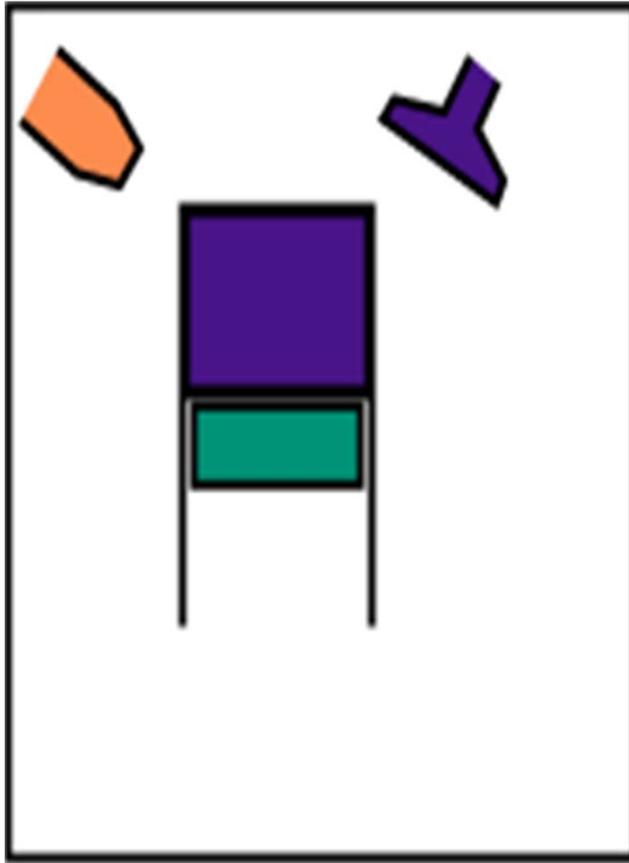


www.sokratherm.de

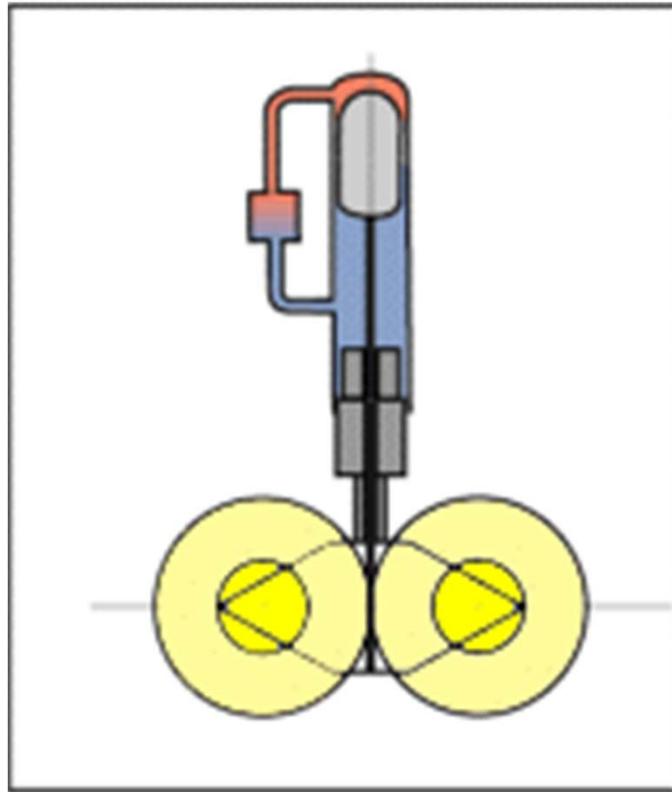
$120 \text{ kW}_e - 209 \text{ kW}_{th}$



■ Moteur Stirling (moteur à combustion externe)



■ Moteur Stirling (moteur à combustion externe)



Application particulière du moteur Stirling : la **MICRO**-cogénération domestique



- Puissance électrique: 1 kW
- Puissance thermique: 7 à 14 kW
- Budget : environ 20.000 €

© All rights reserved Remeha B.V. Apeldoorn



La cogénération « renouvelable »

■ Technologies :

- ▶ Moteur à l'huile végétale
⇒ Huile de colza
- ▶ Moteur au **biogaz**
⇒ Gazéification du bois, bio méthanisation



■ Pourquoi utiliser des **BIO**combustibles ?

⇒ Moins polluants (en CO₂) qu'un combustible fossile (par le captage de CO₂ pendant la croissance des plantes)

Coefficient CO₂ pour le :

mazout = 306 kg/MWh

gaz naturel = 217 kg/MWh

biodiesel = 80 kg/MWh

huile végétale pure = 70 kg/MWh

Moins d'émissions de CO₂ , plus de CV!



Attention: autres rejets de polluants atmosphériques : NOX, PM10, ...

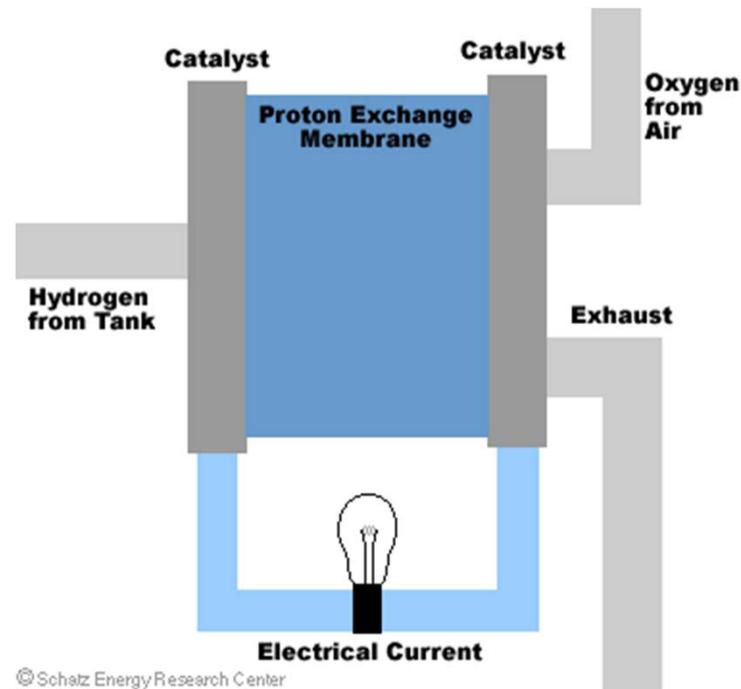
A Bruxelles, vu la qualité de l'air, cela pose d'autres problèmes...

1 ha = +/- 1 150 litres = +/- 11 MWh



Technologie à venir

■ la pile à combustible



Pile à combustible de type PEMFC
(Proton Exchange Membrane Fuel Cell)



Les limites de la cogénération

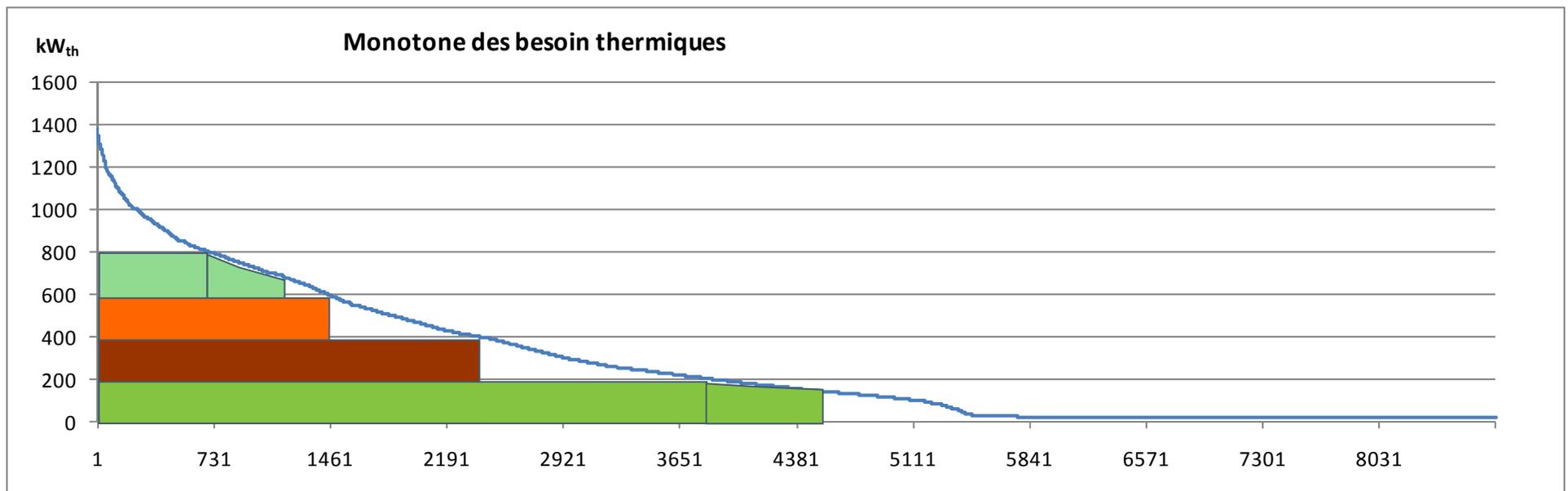
- Simultanéité des besoins d'électricité et chaleur
 - ... mais possibilité de revendre l'électricité et/ou de stocker la chaleur
- Ne remplace pas totalement une chaudière classique
 - ... mais la complète utilement
- Nécessite un investissement supplémentaire (p/r chaudière)
 - ... mais qui peut être récupéré plus ou moins rapidement à l'aide des « Certificats verts » et des « Primes Energie »
- Nécessite un suivi plus régulier et plus coûteux (p/r chaudière)
 - ... mais possibilité de sous-traiter (garanties, télé-monitoring, ...)



Déterminer la puissance à installer

Constat :

*⇒ Pour un même bâtiment, il est possible d'installer
différentes tailles d'unités de cogénération*



Critères pour déterminer la puissance à installer

- **Dimensionnée en fonction des besoins thermiques** (afin de valoriser toute la chaleur produite et ainsi être une « cogénération de qualité »).
⇒ C'est le besoin en chaleur qui pilote la cogénération
- **Assurer la base des besoins thermiques** (pour éviter démarrages – arrêts intempestifs)
⇒ La cogénération ne produira jamais la totalité des besoins en chaleur et en électricité du bâtiment.
⇒ Le solde des besoins en chaleur sera fourni par une ou plusieurs chaudières
⇒ Le solde des besoins en électricité sera fourni par le réseau électrique
- **Eviter de revendre trop d'électricité produite au réseau** (pour valoriser l'électricité produite au meilleur tarif)
⇒ La situation la plus rentable est quand toute l'électricité produite est autoconsommée (au même instant); Exception: logement collectif



Critères pour déterminer la puissance à installer

⇒ **Une unité de cogénération mal dimensionnée pose des problèmes:**

⇒ Si la puissance installée est trop grande: moteur ne tourne pas de façon optimale, trop de stop/démarrages, usure prématurée, coût d'entretien élevé, chute des rendements.

⇒ Si la puissance est trop faible: techniquement pas un problème mais il y a un manque à gagner.



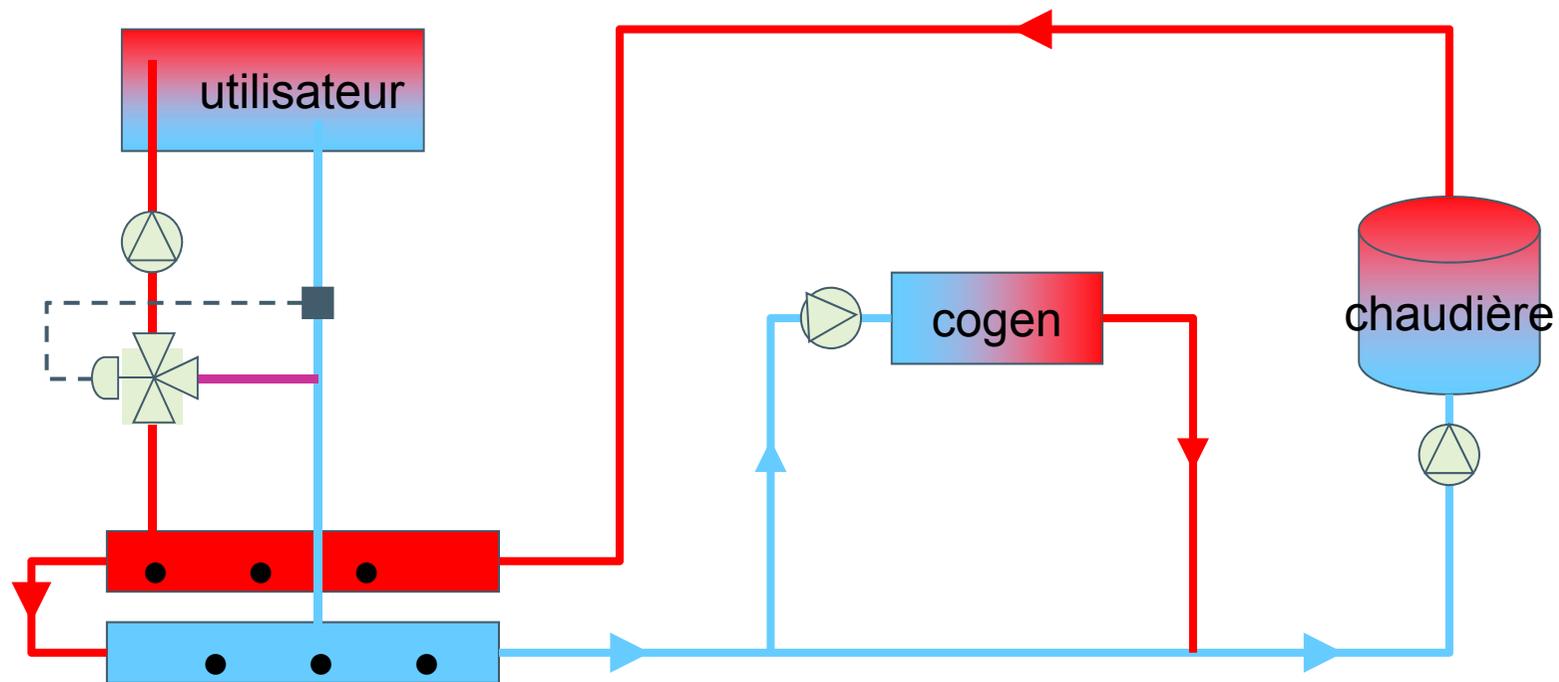
Les critères pour une bonne cogénération ?

- 3 critères importants:
 - ▶ 1. des besoins en **chaleur** « importants et constants » (bon profil journalier, hebdomadaire et mensuel)
 - ▶ 2. des besoins en **électricité** « assez constants » (bon profil journalier, hebdomadaire et mensuel,)
 - ▶ 3. la possibilité d'**intégration** dans site: (place disponible, accès, raccordement, charge au sol, ...)



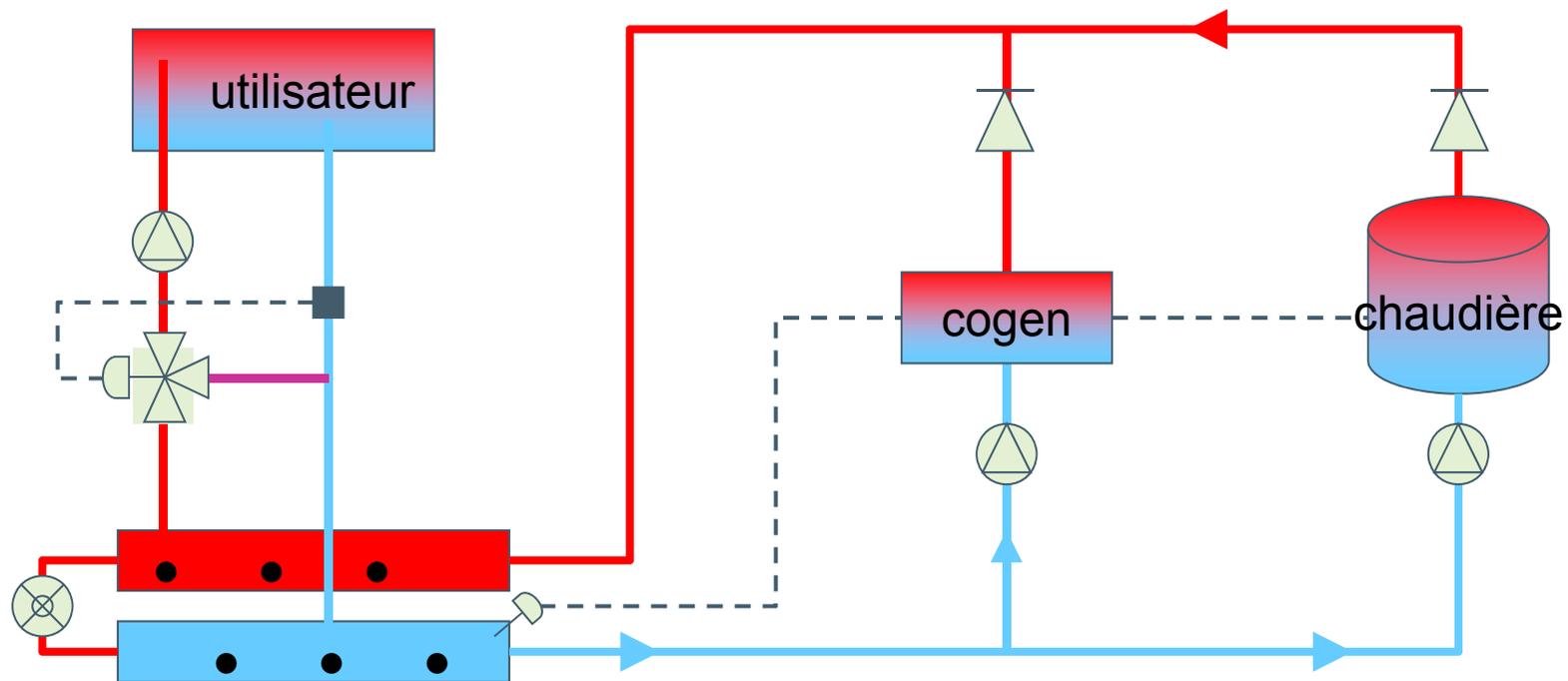
Exemples de raccordement hydraulique

4.1. Retour / Retour



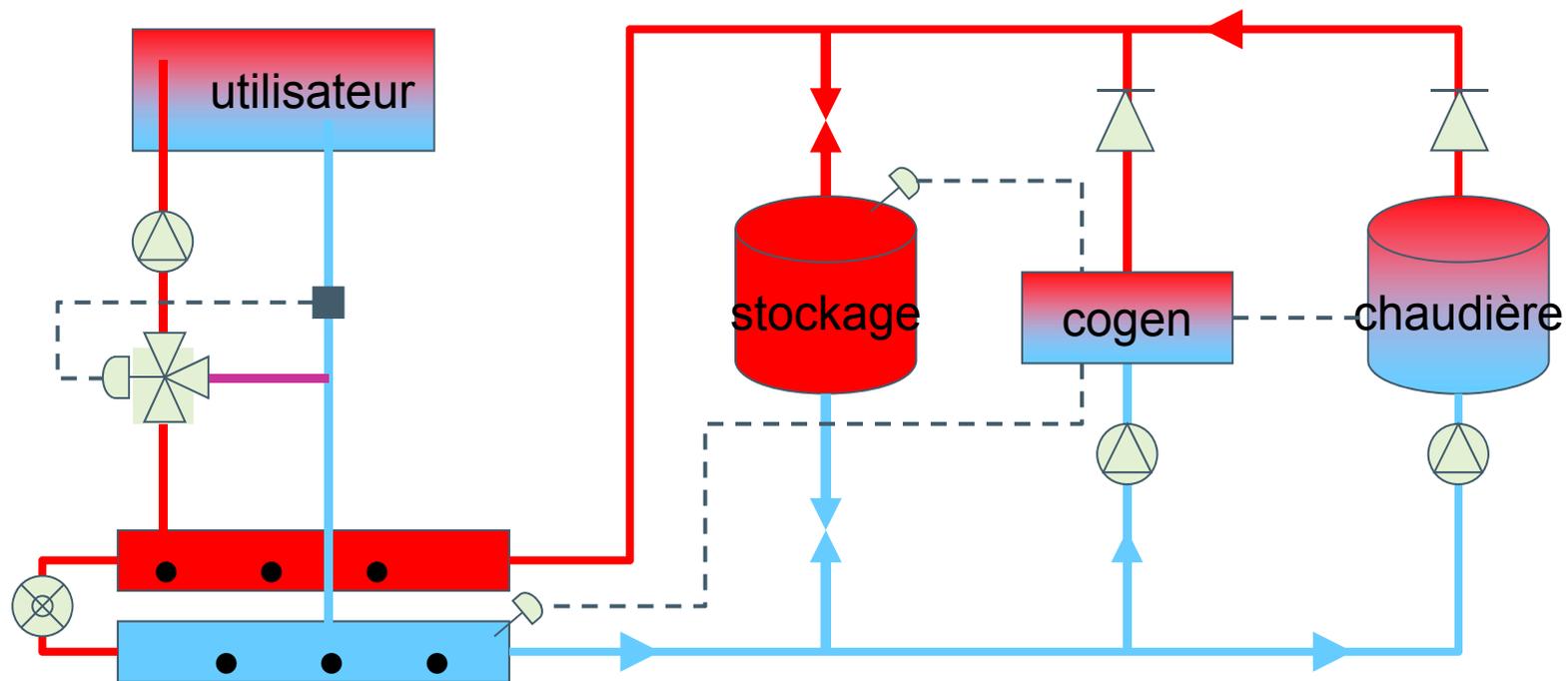
Exemples de raccordement hydraulique

4.2. Retour / Départ



Exemples de raccordement hydraulique

4.3. Retour / Départ – avec ballon de stockage de chaleur



■ Points d'attention « hydraulique »

- ▶ La cogénération fonctionne en priorité sur la chaudière
- ▶ Veiller à un bon équilibre dans le circuit hydraulique \Rightarrow il faut que la chaleur puisse circuler et se dissiper dans le circuit. Veiller à ce que la température de retour ne soit pas trop élevée.
- ▶ Veiller à une bonne régulation entre la chaudière et la cogénération
- ▶ Cogénération à condensation: vérifier s'il y a moyen de condenser les gaz d'échappement: double bénéfice: récupération d'énergie thermique, mais surtout plus de certificats verts.

■ Points d'attention « électrique »

- ▶ Le prix de vente au réseau n'est pas le même que le prix d'achat (+/- 40 €/MWh.)
- ▶ Logements collectifs: nouvel arrêté Certificats Verts (facteur multiplicateur des certificats verts).
- ▶ Pour le raccordement électrique au réseau: voir prescriptions « Synergrid » et « Sibelga »



Les étapes d'un projet de cogénération

- 1^{ère} étape : Etude de pertinence avec *CogenCalc.xls*
- 2^{ème} étape : Etude de faisabilité par un Bureau d'étude (**très important**)
- 3^{ème} étape : Les primes à l'investissement et le financement
- 4^{ème} étape: Demande du permis d'environnement
- 5^{ème} étape : Rédaction du Cahier des Charges et l'engineering
- 6^{ème} étape : Analyse des offres
- 7^{ème} étape: Commande, installation et mise en service
- 8^{ème} étape: Suivi des performances, (**très important**) et gestion des CV



Le Permis d'environnement

À partir de quand faut-il un permis pour installer une cogen ?

- Une cogénération n'est pas classée en temps que telle, mais bien via certaines de ses éléments:
 - ▶ Le générateur d'électricité qui est classé à partir de 100 kVA « *rubrique 55* »
 - ▶ Le moteur à combustion interne qui est classé à partir de 20 kW « *rubrique 104* »
 - ▶ Ou d'une installation de combustion qui est classée à partir de 100 kW « *rubrique 40* »

Quelles sont les normes d'émission?

Moteur gaz naturel		Moteur huile de colza	
CO:	500 mg/Nm ³	CO:	400 mg/Nm ³
Nox:	300 mg/Nm ³	Nox:	300 mg/Nm ³



Réaliser une première étude de pertinence

A l'aide de COGENcalc.xls

Données:

- Besoins en chaleur et le profil (type)
- Besoins en électricité
- Prix des énergies

Mais avant de commencer: **pensez URE !**



Aides et primes

- NIVEAU FEDERAL
 - ▶ Réduction d'impôt pour sociétés pour investissement économiseur d'énergie: 15,5% sous forme de déduction sur les bénéfices pendant la période d'investissement (exercice d'imposition 2013)



Aides et primes

- NIVEAU REGIONAL

- ▶ Primes Energie 2013 de Bruxelles Environnement pour la cogénération (E2)
 - ▶ Etudes de faisabilité pour une cogénération: 50% du montant
 - ▶ Prime à l'investissement: $3500 \text{ €} * \sqrt{P_{elec}} \text{ (kW)}$ (plafond à 30%)
 - ▶ Par exemple: pour une cogen de 50 kWé: 24.750 €



Aides et primes

- NIVEAU REGIONAL

- ▶ Primes Energie 2013 de Bruxelles Environnement pour la rénovation complète de la chaufferie (C1b) : Toute rénovation de chaufferie qui implique l'installation d'une nouvelle chaudière, d'une nouvelle régulation, de l'installation d'une cogénération et d'un variateur de fréquence
 - ▶ Nouvelle chaudière HR Top (C1): 1200 € jusqu'à 40 kW puis 10€/kW supplémentaire
 - ▶ Régulation thermique (C3): thermostats d'ambiance avec horloge: 25 €/pc., vannes thermostatiques: 10 €/pc.
 - ▶ Régulation (E6)
 - ▶ Cogénération (E2): $3500 \text{ €} * \sqrt{P_{elec}} \text{ (kW)}$
 - ▶ Variateur de fréquence (circulateur) (E5): entre 150 € et 400 €/pc
 - ▶ Cumul montant de la prime C1, C3 (ou E6), E2 et E5 +20% du montant total de la prime bonus.



Aides et primes

- NIVEAU REGIONAL
 - ▶ Aide en matière d'investissements économiseurs d'énergie pour les sociétés privé: www.primespme.be (plafond de 80 000 €)
 - ▶ Certificats Verts



Certificats verts pour la cogénération

- ▶ « Récompense » pour les émissions de CO₂ évitées pour la production d'électricité verte (énergie renouvelable et cogénération de qualité)
- ▶ Comparaison des économies de CO₂ par rapport aux technologies de référence :
 - ⇒ Centrale TGV avec rendement électrique de 55%
 - ⇒ Chaudière gaz avec rendement thermique de 90%



Certificats verts pour la cogénération

- Conditions nécessaires pour une cogénération de qualité et octroi des Certificats Verts :
 - ▶ Réaliser un taux d'économie de CO₂ de minimum de 5% par rapport aux installations de référence = cogénération de qualité
 - ▶ Installation certifiée par Brugel
 - ▶ Octroi trimestriel des CV sur base des index des compteurs gaz, électricité, et chaleur
- ▶ Pendant 10 ans après la date de certification
 - › Productions nettes d'électricité et de chaleur considérées
 - › Compteurs homologués MID
 - › Les CV sont valables pendant 5 ans
 - › 1CV pour 217kg de CO₂ évités
 - › Prix minimum garantie: 65 €/CV



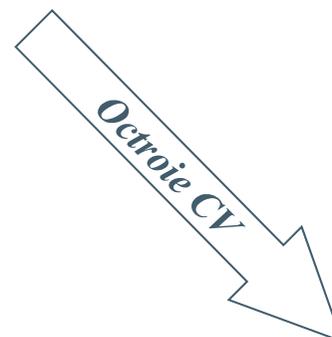
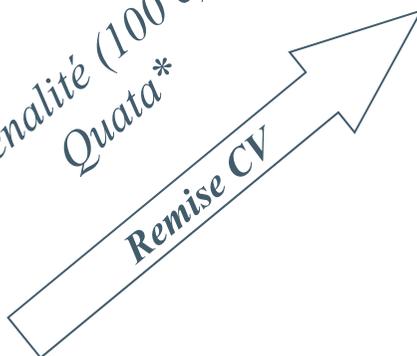
Certificats verts pour la cogénération



Fournisseurs
d'électricité



Pénalité (100 €)
Quota*



Propriétaire d'une
cogénération



+/- 85 EUR / CV

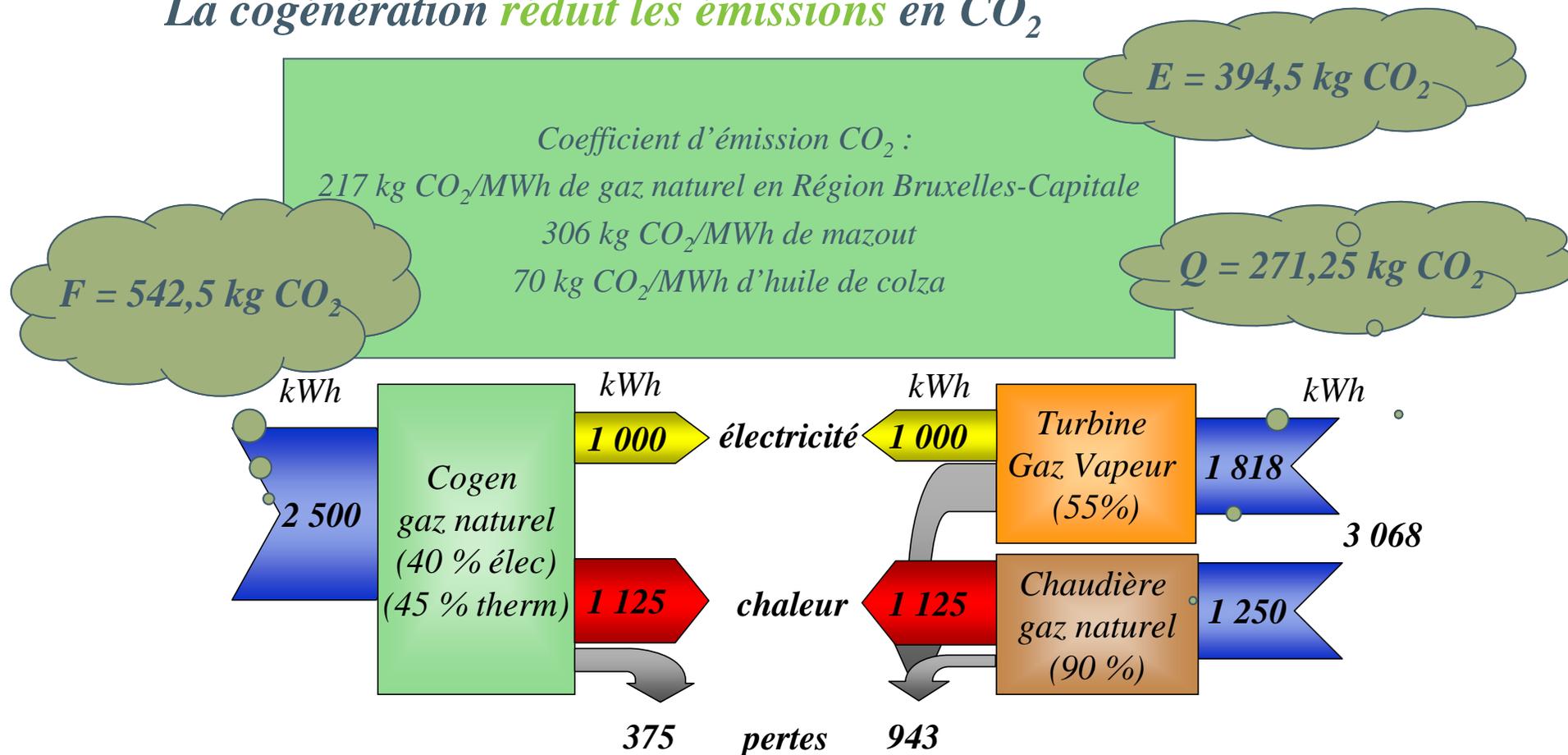


*Evolution des quotas

2013	2014	2015	2016	...	2025
3,50%	3,80%	4,50%	5,10%	...	12,00%

Certificats verts pour la cogénération

La cogénération *réduit les émissions en CO₂*



$$G_{CO_2} = E_{CO_2} + Q_{CO_2} - F_{CO_2}$$



Certificats verts pour la cogénération

- ▶ Gain en CO₂

$$G_{CO_2} = \frac{\text{Pr}_{\text{elec}}}{55\%} * C_{\text{gaz}} + \frac{\text{Pr}_{\text{therm}}}{90\%} * C_{\text{gaz}} - \frac{\text{Pr}_{\text{elec}}}{\eta_{\text{elec}}} * C_{\text{cogen}}$$

- ▶ Taux d'économie de CO₂

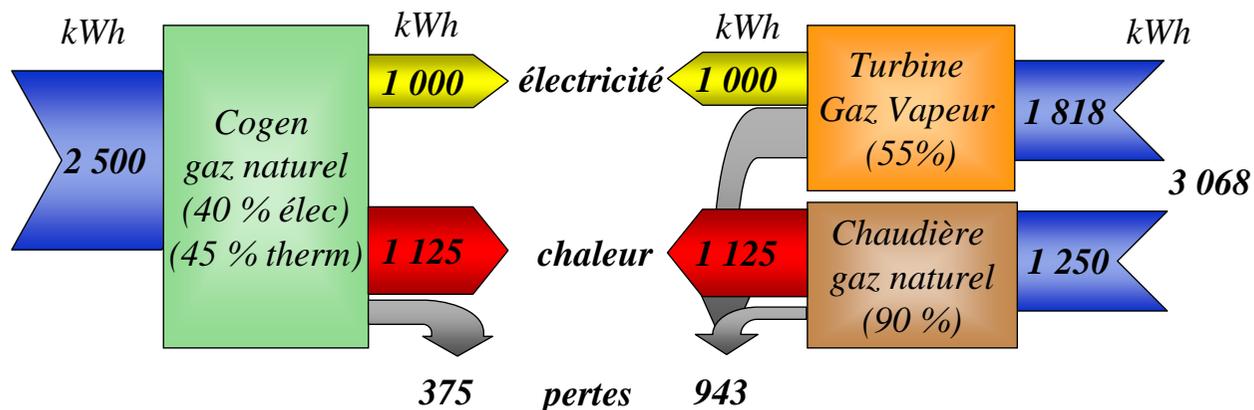
$$\tau_{CO_2} = \frac{G_{CO_2 \text{ absolu}}}{\frac{\text{Pr}_{\text{elec}}}{55\%} * C_{\text{gaz}} + \frac{\text{Pr}_{\text{therm}}}{90\%} * C_{\text{gaz}}}$$

- ▶ Nombre de CV

$$N_{CV} = \frac{G_{CO_2}}{C_{\text{gaz}}} \text{ si } \tau_{CO_2} > 5\%$$



Certificats verts pour la cogénération



$$G_{\text{CO}_2} = (394,5 + 271,3 - 542,5) \text{ kg CO}_2 \quad \text{soit } 123,3 \text{ kg CO}_2$$

$$T_{\text{CO}_2} = 123,3 / 665,8 = 18,5\% \quad (> 5\%)$$

$$N_{\text{cv}} = 123,3 / 217 = 0,57 \text{ CV}$$

$$1 \text{ CV} = \pm 85 \text{ €}$$

Environ 50 € par MWh



Certificats verts pour la cogénération

- Afin de stimuler la cogénération dans le secteur du logement collectif l'Arrêté de 26 mai 2011 prévoit d'octroyer plus de Certificats Verts aux cogénérations de qualité afin que celles-ci soient (plus) rentables

Facteur multiplicateur du nombre de CV

- Pour une puissance électrique de cogénération installée sur un site :
 - ▶ Inférieure ou égale à 50 kW: facteur 2
 - ▶ Supérieure à 50 kW: facteur 1,5
 - ▶ Conditions:
 - Logement collectif
 - Cogénération de qualité au gaz naturel
 - Correctement dimensionnée (*) sur la demande en chaleur totale
 - Fourniture de la chaleur utile pour plus de 75% à des clients résidentiels
 - Mise en service après le 1er janvier 2011



Outils, sites internet, etc... intéressants :

- Les « outils » :
 - ▶ « Réaliser une étude ... dans les Règles de l'Art »
 - ▶ Les outils **Cogencalc**, **Cogenextrapolation**, **CogenOptitherm** et **Cogensim**
 - ▶ Liste des acteurs de la cogénération
- Un « spécialiste cogénération » à votre disposition :
 - ▶ Aide aux bureaux d'études et aux porteurs de projets
 - ▶ Guidance et accompagnement tout au long du projet
- Sites utiles :
 - ▶ www.bruxellesenvironnement.be
 - ▶ www.brugel.be
 - ▶ www.Sibelga.be
 - ▶ www.cogensud.be



Ce qu'il faut retenir de l'exposé

- La cogénération est une application qui est peut-être très intéressante
 - ▶ Si les profils des besoins en chaleur et en électricité sont plus ou moins en concordance
 - ▶ Permet de faire d'importantes économies de CO2
 - ▶ Permet de réduire la facture d'énergie par un investissement intéressant (TRS < 5 ans)
- Mais qui doit être bien dimensionnée, bien intégrée et bien suivie
 - ▶ Etude de faisabilité, engineering, installation professionnelle
 - ▶ Contrat de maintenance et d'exploitation



Contact

Yves Lebbe

Spécialiste Cogénération - Service Facilitateur Bâtiment Durable de
la Région de Bruxelles Capitale

 : 0800/85.775

E-mail : facilitateur@environnement.irisnet.be

